

(11)Publication number : 07-266266  
(43)Date of publication of application : 17.10.1995

B25J 9/10

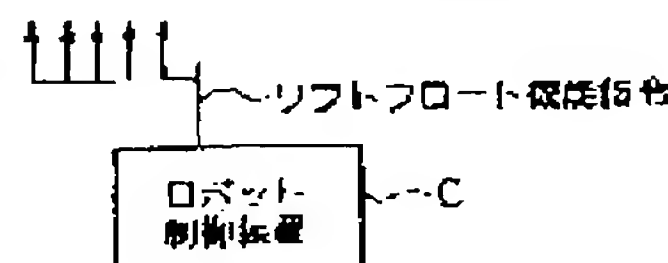
(71)Applicant : FANUC LTD

(72)Inventor : NIHEI AKIRA  
OKADA TAKESHI  
HORIUCHI TADAMASA

(57)Abstract:

[illegible]

**CONSTITUTION:** Position data for a robot forearm 14 in a geometrical position is read and recorded from a position detector provided to a servo motor serving as a drive source. Then the robot forearm 14 is temporarily kept in a position at which a failed driving motor or speed reducer can be replaced easily, and the driving motor or speed reducer is replaced. After the replacement work is completed, a soft-float function command is preinputted again to the servo motor from a robot control device C, and the robot forearm 14 is driven by the servo motor and rotated through an angle of  $\theta$  relative to the robot forearm 12 to make the projection 22 of the robot forearm 14 abut the positioning pin 24 of the robot upper arm 12, thereby setting a geometrical reference position.



[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平7-266266

(43) 公開日 平成7年(1995)10月17日

(51) IntCl.<sup>4</sup>

B 2 5 J 9/10

識別記号

A

庁内整理番号

F I

技術表示箇所

審査請求 未請求 請求項の数 1 O L (全 6 頁)

(21) 出願番号 特願平6-57406

(22) 出願日 平成6年(1994)3月28日

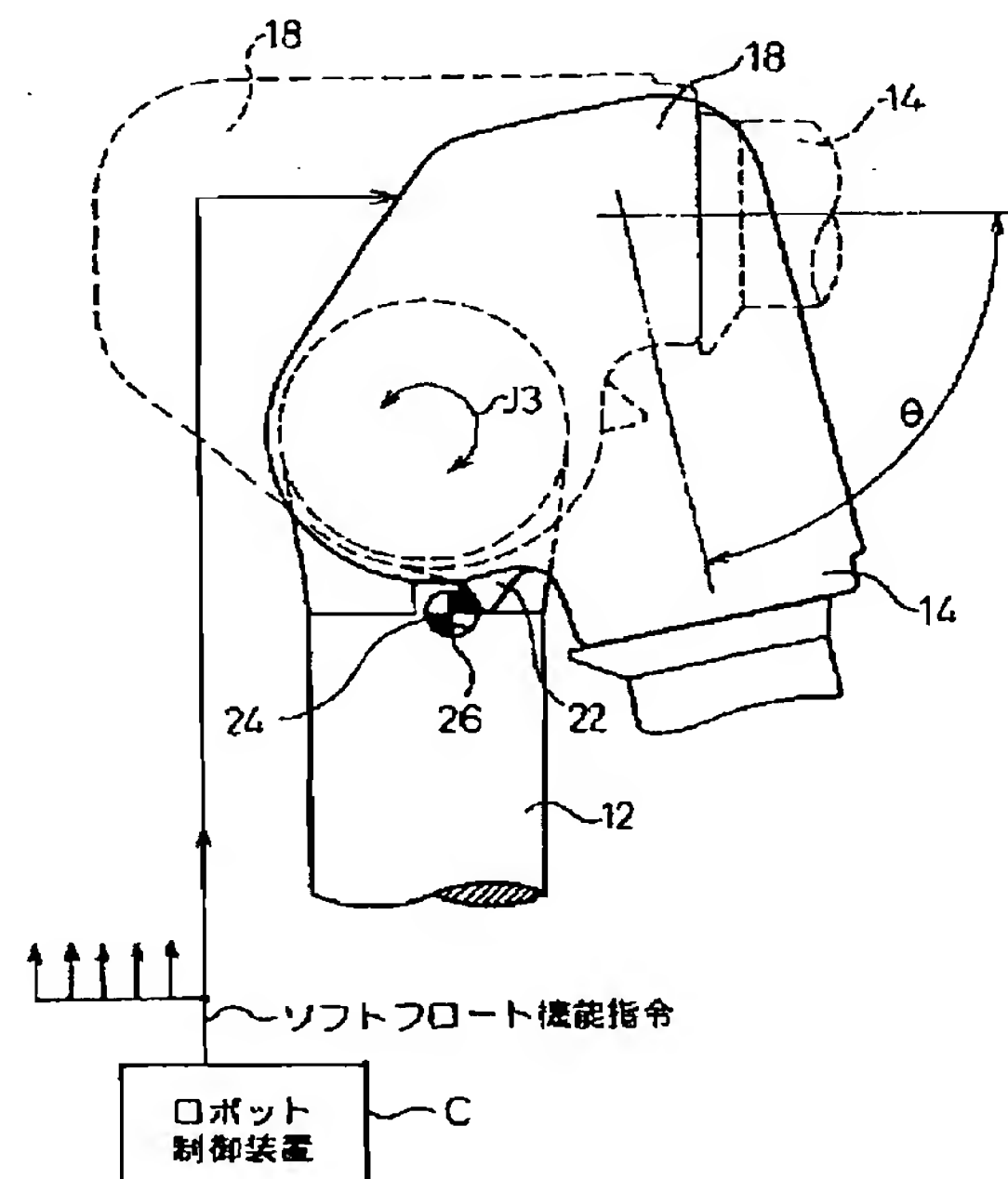
(71) 出願人 390008235  
ファナック株式会社  
山梨県南都留郡忍野村忍草字古馬場3580番地  
(72) 発明者 二瓶 亮  
山梨県南都留郡忍野村忍草字古馬場3580番地 ファナック株式会社内  
(72) 発明者 岡田 毅  
山梨県南都留郡忍野村忍草字古馬場3580番地 ファナック株式会社内  
(72) 発明者 堀内 正優  
山梨県南都留郡忍野村忍草字古馬場3580番地 ファナック株式会社内  
(74) 代理人 弁理士 石田 敬 (外3名)

(54) 【発明の名称】 産業用ロボットの基準位置設定方法

(57) 【要約】

【目的】 産業用ロボットの各動作軸回りの基準位置設定を特殊な用具を準備することなく、簡単に遂行でき、しかも動作軸に過大負荷が掛かる危険も解消可能な基準位置設定方法を提供すること。

【構成】 ロボット機体の各関節軸 (J1~J6) 回りの基準位置設定を遂行するとき、ロボット制御装置Cからソフトフロート機能指令を駆動源サーボモータに入力し、ついで、各関節の動作軸回りに相対変位する2つの可動ロボット要素12、14の相対変位領域に互いに当接する基準位置決め手段22、24を少なくとも1方を着脱自在にして取付け、両者を当接させ、かつ、過大負荷が動作軸に掛かることがないようにして基準位置設定を遂行する構成とした。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 1ないし複数の関節軸を有した産業用ロボットの各関節軸における基準位置を設定する方法において、

基準位置の設定対象となる関節軸回りに相対変位が可能な二部材間の該相対変位領域における前記二部材の一方の部材に着脱自在に第1の位置決め係合手段を設け、前記二部材の他方の部材には前記第1の位置決め係合部と当接可能な第2の位置決め係合手段を設け、前記第1、第2の位置決め係合部材の当接時を基準位置設定時とし、

かつ、基準位置の設定時に、ロボット制御装置から、該基準位置の設定対象となる関節軸の駆動源に柔軟制御機能指令を印加する、ことを特徴とする産業用ロボットの基準位置設定方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】本発明は、産業用ロボットの改良に関し、特に、多関節型産業用ロボットにおいて有効に適用し、各関節軸の関節駆動源を成す駆動モータや減速機等を交換した場合の交換前後における原位置を簡単に復元可能にするための基準位置設定方法に関する。

【0002】

【従来の技術】一般に、1ないし複数の動作軸を有した産業用ロボット、特に、多関節型産業用ロボットは、各関節毎に駆動モータと減速機とを備えた関節駆動源を備え、それらの関節駆動源がロボット制御装置から入力される教示プログラムに従って作動することにより、夫々の関節軸回りに2つのロボット可動要素間における相対変位が遂行され、該相対変位の集積によって最先端可動要素を成すロボット手首に装着されたエンドエフェクタによる所望のロボット動作が遂行される構成を有している。

【0003】このような産業用ロボットにおいて、各関節軸動源を構成する駆動モータやそれに結合された減速機が使用現場で故障により交換を必要とされることは多々ある。このような場合には、故障を発生した何れかの関節軸の関節駆動源における故障した作動要素、つまり駆動モータまたは減速機をロボット機体から取外し、新しい駆動モータまたは減速機を代わりに同ロボット機体に装着して駆動源の機能回復が行われる。

【0004】このとき、交換後においても、産業用ロボットが従前の教示プログラムに従って正しく所望のロボット運動を遂行するためには、駆動モータや減速機が交換された関節軸において、同関節軸の回りに相対変位を行う2つのロボット可動要素、例えば、ロボット胴とロボット上腕、ロボット上腕とロボット前腕、ロボット前腕とロボット手首、ロボット手首の異なる動作軸同志の間等で交換前後における幾何学的位置が不変に維持され、その幾何学的位置を駆動モータに正しく認識させな

ければ成らない。

【0005】つまり、交換前の位置（原位置）を交換後に、エンコーダ等の位置検出手段を備えた駆動モータに正しく復元認識させなければならない。このために、原位置合わせ、所謂、各軸マスタリングが従来から遂行されていた。ここで、一例として図2に示すように、例えば、ロボット基台1と、同ロボット基台1に対して関節軸（J1）の回りに相対的に旋回可能なロボット胴2と、同ロボット胴2に対して関節軸（J2）の回りに相対的に回動が可能なロボット上腕3と、同ロボット上腕3に対してその先端の関節軸（J3）の回りに回動が可能なロボット前腕4と、3つの関節軸（J4～J6）を有することにより、3つの相対的な動作自由度を有したロボット手首5とを備えた多関節型産業用ロボットの場合における従来の各軸マスタリング方法に就いて説明する。

【0006】すなわち、例えば、ロボット胴2、ロボット上腕3、ロボット前腕4、ロボット手首5等の諸可動ロボット要素の各関節軸J1～J5の何れかの駆動源の駆動モータが故障して交換を要する時には、先ず、ロボット基台1に装着した固定マスタリング治具6によって保持した複数のダイヤルゲージ7に取付け、他方、ロボット手首5にも別の所定のマスタリング治具8を取付ける。

【0007】次いで、固定マスタリング治具6のダイヤルゲージ7に対してロボット手首5に取付けたマスタリング治具8が接触して所定の目盛り値を示すように、上記諸可動ロボット要素の動作で所定のマスタリング姿勢に設定する。こうして、固定マスタリング治具6のダイヤルゲージ7が目盛り値を記録、保持すると共に故障した駆動モータに関する幾何学的位置データを交換前の同駆動モータの位置検出器から読み出して記録する。

【0008】次いで、ダイヤルゲージ7を取り除くことなく、静置させたままで、ロボット可動要素2～5を回動、後退させ、後退位置で故障した駆動モータを、正常な駆動モータに交換する。その後、各ロボット可動要素2～5を再び動作させて所定のマスタリング姿勢に設定し、固定マスタリング治具6に保持されたダイヤルゲージ7にロボット手首5のマスタリング治具8を当接させ、交換前と同じ目盛り位置に到来させる。これによって、ロボットのマスタリング姿勢が取られたことはダイヤルゲージ7の目盛り値を介して保証される。故に、教示操作盤またはロボット制御装置の操作パネル等から従前に記録した幾何学的位置データを交換後の駆動モータの位置検出器（エンコーダ）に対して教示する。これにより、各関節軸J1～J6の相互間および各関節軸毎にマスタリングが完了して、交換前と全く同一機能を回復し、所望のロボット動作を遂行することができるようになる。

【0009】他方、別の従来の実施例として、上述した



ダイヤルゲージ7を用いる方法とは別に、予め、ロボット機体の各関節軸回りに相対変位を行う2つの部材の両者に図3に明示したような位置合わせマークQ1、Q2を分離、付与しておき、これらの位置合わせマークQ1とQ2とが一致した位置を幾何学的基準位置として用い、何れかの駆動源の駆動モータまたは減速機が故障を起こして交換を行うときには、交換前に位置合わせマークQ1、Q2が一致した状態における基準位置のデータを駆動モータから読出して記録し、交換後に、再び作業者が目視で位置合わせマークQ1とQ2との位置合わせを行って幾何学的基準位置の位置決めを行ってから前述のダイヤルゲージ7の場合と同様に、教示操作盤やロボット制御装置の制御パネルを介して基準位置のデータを入力する。

#### 【0010】

【発明が解決しようとする課題】然しながら、上述した前者の図2に示すダイヤルゲージ7やマスタリング治具6、8を用いたマスタリング方法では、ダイヤルゲージ7の目盛り値の設定や再現設定等に慎重な作業を要することから、長大な時間と細かい作業等を必要とする煩瑣がある。

【0011】しかも、上述したロボット機体の諸可動ロボット要素2～5を動作させて、所定のマスタリング姿勢に到達させるには、各可動要素を動作させるだけの余裕空間を必要とし、従って、狭小な作業空間しか確保できない作業現場では、この種のマスタリング方法は遂行が不可能になる。他方、図3に示した位置合わせマークQ1、Q2を用いて一軸マスタリングを行う原位置合わせ方法では、作業者の目視で一方のマークQ1に対して他方のマークQ2を位置合わせするために、何れかの関節駆動源の故障駆動モータまたは故障減速機を交換したとき、交換の前後におけるマークを用いた幾何学的位置の位置決めには微妙なズレが発生する場合が多い。このため、交換後には結局、教示プログラムの修正のためのティーチング操作を行わなければならないと言う煩瑣がある等の問題点がある。

【0012】依って、本発明の主目的は、産業用ロボットの製造現場のみならず、特に、産業用ロボットの使用現場で、簡単に、しかも空間的な余裕があまり確保できなくてもマスタリングを遂行可能にする産業用ロボットの各軸基準位置設定方法を提供せんとするものである。本発明の他の目的は、基準位置の設定に、ダイヤルゲージや測定台等の外部的な付属設備を必要とせず、しかも、産業用ロボットのサーボ制御機能における改良機能として本願出願人によって既に提案されている柔軟なサーボ制御機能（ソフトフロート機能）を基準位置の設定操作に取り入れることにより、基準位置の設定作業時に、ロボット可動要素の損傷を来すことのない産業用ロボットの基準位置設定方法を提供することにある。

#### 【0013】

【課題を解決するための手段】本発明によれば、1ないし複数の関節軸を有した産業用ロボットの各関節軸における基準位置を設定する方法において、基準位置の設定対象となる関節軸回りに相対変位が可能な二つのロボット構造要素間の該相対変位領域における前記二部材の一方の部材に第1の位置決め係合手段を設け、前記二部材の他方の部材には前記第1の位置決め係合部と当接可能な第2の位置決め係合手段を設け、前記第1、第2の位置決め係合部材の当接時を基準位置設定時とし、かつ、基準位置の設定時に、ロボット制御装置から、該基準位置の設定対象となる関節軸の駆動源に柔軟制御機能指令を印加する、諸ステップを有したことを特徴とする産業用ロボットの基準位置設定方法が提供される。

【0014】ここで、好ましくは、上記の各関節軸毎に設けられる基準位置設定手段を形成する第1、第2の位置決め係合手段における片方の位置決め係合手段は、一方のロボット可動部材に形成した機械的な突起部で形成され、他の位置決め係合部は他方のロボット可動部材に着脱自在に装着される位置決め部材で形成される。

#### 【0015】

【作用】上述した構成を具備した産業用ロボットの基準位置設定方法によれば、各関節軸における何れかの関節軸に関する関節駆動源を成す駆動モータまたは減速機が故障を起こして交換の必要が生じたときには、交換前に予め基準位置設定手段を形成する第1、第2の位置係合部材を相互に当接させる幾何学的位置状態に設定して駆動モータの位置検出器から同幾何学的位置の位置データ、例えば、角度位置データを読取り、次いで適当な待避位置で故障した駆動モータまたは減速機の交換作業を遂行し、交換後に再度、第1、第2位置決め係合部材を当接させる位置へロボット可動部材を手動または教示操作盤を介して移動させて幾何学的位置を設定し、設定完了後に教示操作盤またはロボット制御装置の制御パネルを介して従前に記録した幾何学的位置のデータを交換後の駆動モータの位置検出器に設定すれば、一つの動作軸におけるマスタリングを終了させることができる。

【0016】なお、各動作軸のマスタリング過程で、該マスタリングの対象となる動作軸の駆動源をサーボモータで構成し、予め同サーボモータに対して柔軟なサーボ機能をロボット制御装置から設定しておくので、基準位置決めを遂行する第1、第2位置決め部材が当接したとき、動作軸に掛かる負荷は、同サーボモータの制御ループにおけるゲインの低下により出力トルクレベルを低減させるので、動作軸に働く拘束力が低下で緩衝され、過負荷状態の発生が回避されるから、ロボット機体に損傷を来す等の不利は無いのである。また、ここで適用する柔軟なサーボ制御方法としては、本出願人の出願に係る特願平5-139288号に開示された柔軟なサーボ制御方法があり、その技術的な要点を簡単に説明すると、位置制御ループ及び速度制御ループを備える制御系で制

御されるサーボモータにおいて、柔軟制御指令が入力されると、ポジションゲイン及び速度制御ループの比例ゲインをそれぞれ予め設定された設定値に低下させ、速度制御ループの積分器の出力を設定値にクランプしてサーボモータを駆動し、該サーボモータで駆動される被駆動体、例えば、相対動作する２つの可動ロボット要素におけるモータ結合要素を手動で移動させ得る程度の出力トルク状態にするものであることを記載しておく。

【００１７】上述の記載から明らかなように、本発明の基準位置設定方法によれば、何ずれの動作軸のマスタリングの遂行に際しても作業者の目視による誤差が介入したりマスタリングのためにダイヤルゲージや測定台等の外部特殊機器を必要としないため、簡単にかつ、ロボットの使用現場が狭小な場合にも容易に各動作軸に関してマスタリング（基準位置設定）を遂行することができる。

【００１８】更に、本発明による基準位置設定方法は、上述した駆動源モータの故障発生時のみならず、ロボットの製造現場から出荷される段階の初期基準位置の設定においても全く、同様に基準位置設定方法を実行してロボット全関節における初期基準位置の設定を遂行することが可能であることは、容易に理解できよう。

【００１９】

【実施例】以下、本発明を添付図面に示す実施例に基づいて、更に詳細に説明する。図１は、本発明に係る基準位置の設定方法の実施に用いられる基準位置の設定手段を多関節型産業用ロボットのロボット機体における１つの関節に回りに相対的に回動変位する２つの可動ロボット要素、特に、ここでは、ロボット上腕とロボット前腕との２要素に夫々、装着した状態を示すものである。

【００２０】さて、図１を参照すると、多関節型産業用ロボットの機体１０の第１のアームを成すロボット上腕１２と第２のアームを成すロボット前腕１４との間の関節部分１６が図示されており、この関節部分１６では、関節軸Ｊ３を中心にしてロボット前腕１４はロボット上腕１２に対して相対的に変位可能に構成されており、例えば、水平軸線Ｈに対して上下に俯仰運動状に回動が可能で、図示例では、ロボット前腕１４が水平軸線に平行な点線表示位置から下方の実線表示位置まで回動角 $\theta$ だけ回動した状態にある。

【００２１】ここで、ロボット上腕１２とロボット前腕１４は、略示されたロボット制御装置Ｃにティーチングにより記憶された教示プログラムに従って所望のロボット機能を実行する際に必要な俯仰運動方向の所定量の運動範囲（ストローク範囲）が設定されているが、勿論、駆動サーボモータのブレーキ手段を解除すれば、ストローク範囲外へも回動可能であり、特に、同ロボット制御装置Ｃから柔軟なサーボ制御機能を設定すれば、Ｊ３軸回りに上記の所定量のストローク範囲を逸脱した動作が発生しても何らの支障は生じない。

【００２２】さて、ロボット上腕１２とロボット前腕１４との間の相対的な回動を駆動する関節駆動源を成すサーボモータと減速機とは、例えば、一例としてロボット前腕１４の後端の格納部１８内に格納されており、上述した俯仰方向の回動々作は、これらのサーボモータと減速機とにより形成される関節駆動源の出力によって駆動される。

【００２３】また、本発明の実施例によれば、ロボット前腕１４の後端領域に、こぶ形の突起２２が、膨出、形成され、他方、ロボット上腕１２の上端領域の所定位置に、ロボット前腕１４の突起２２と係合可能に位置決めピン２４等の位置決め部材を着脱自在に受容するように、ピン装入孔２６が形成されている。図示例では、位置決めピン２４が装入された状態にあり、ロボット前腕１４が実線で示した位置まで $\theta$ の角度に渡って回動した状態で、同ピン２４と突起２２とが係合している。

【００２４】上記の突起２２と位置決め部材２４は、関節軸Ｊ３に関する動作軸マスタリング用の幾何学的基準位置を設定する基準位置設定手段として設けられており、上述のように、基準位置の設定操作の初期操作において、位置決めピン２４をロボット上腕１２のピン装入孔２６に装着される。そして、ロボット制御装置Ｃから駆動源サーボモータに対するソフトフロート機能指令を予め入力しておく。

【００２５】次に、ロボット前腕１４を同サーボモータで回動させ、ロボット前腕１４の突起２２がロボット上腕１２の位置決めピン２４に係合したとき、幾何学的基準位置が設定されるものである。位置決めピン２４は、所定の直径を有した円筒部分を有するロッド部材からなり、ロボット上腕１２のピン装入孔２６には嵌め合い結合で装着するようにしても良く、或いはピン装入孔２６を設ける代わりに、ロボット上腕１２の所定位置に穿設したねじ孔に取付フランジを介してボルトねじにより取付けるようにしても良い。

【００２６】このように、突起２２と位置決めピン２４とからなる基準位置設定手段が設けられていることにより、関節駆動源を成すサーボモータ又は減速機に故障が生じて交換の必要に迫られたとき、先ず、交換前に、ロボット上腕１２のピン装入孔２６に位置決めピン２４を装着する。次いで、ロボット前腕１４をロボット上腕１２に対して相対的にゆっくり移動させて突起２２を位置決め部材２４に当接させて両腕１２、１４の幾何学的基準位置を設定する。

【００２７】次に、その幾何学的位置におけるロボット前腕１４の位置データを駆動源のサーボモータに具備された位置検出器から読取り、記録する。次に、ロボット前腕１４を、故障した駆動モータまたは減速機の交換を行い易い位置へ一旦、待避させ、そこで、交換を行う。交換作業の完了後に、再び、ロボット制御装置Ｃからサーボモータにソフトフロート機能指令を予め入力した上



で、同サーボモータの駆動によってロボット前腕14をロボット上腕12に対して $\theta$ の角度に渡って回動させ、同ロボット前腕14の突起22をロボット上腕12の位置決めピン24に当接させ、幾何学的基準位置を設定する。

【0028】こうして幾何学的基準位置が設定した段階に、教示操作盤またはロボット制御装置の制御パネルを操作することにより、ロボット制御装置Cを介して交換後の関節駆動源のサーボモータに備えられた位置検出器に、同幾何学的基準位置の位置データを入力して教えることができるのである。なお、上述した動作軸マスタリング過程では、交換前にサーボモータの位置検出器から幾何学的基準位置の位置データを読み取り、記録するように説明したが、産業用ロボットの製造過程で工場を出荷する段階に予め、各関節軸（例えば、6軸産業用ロボットの場合には、関節軸J1～J6）に就いて、各動作軸マスタリングを遂行し、各関節軸に関する幾何学的基準位置の位置データを予め出荷データとして記録するために本発明の基準位置設定方法を適用することもできる。

【0029】このようにして基準位置設定をしておけば、ロボット使用現場で上述のような位置データの読み取り、記録を行う必要はなく、直ちに、産業用ロボットを所望のロボット作業に投入することができる。そして、何ずれの動作軸のサーボモータに故障が発生したときは、同サーボモータの交換後にソフトフロート機能指令を入力すると共に、既述のように、2つの基準位置設定手段、例えば、突起22と位置決めピン24とによる幾何学的位置の設定を行い、設定終了後に教示操作盤等を介して出荷データに記録された位置データを入力することによってロボット制御装置Cを介してサーボモータまたは減速機の交換後の各関節駆動源の駆動サーボモータに位置データを教え込むことも可能である。

【0030】なお、上述した実施例では、関節軸J3の回りにロボット上腕12に対して相対変位可能なロボット前腕14に就いて動作軸基準位置設定方法の遂行に就いて説明したが、多関節型産業用ロボットにおいては、夫々の関節軸（J1～J6）に対して同様な幾何学的基準位置設定手段が具備され、どの関節軸の動作軸回りに就いても等しく基準位置設定方法を遂行して原位置合わせを行い、ロボットの動作機能を常時、所定の精度に維持することが可能なことは言うまでもない。

【0031】更に、上述した実施例では幾何学的基準位置設定手段の構成に当たり、一方のロボット上腕12に位置決めピン24を着脱自在に装着し、ロボット前腕14の後端領域に突起22を設けた構成としたが、逆に、ロボット前腕14側に位置決めピン24を着脱自在に装着可能とし、ロボット上腕12の上端領域に同位置決めピン24と係合可能な突起22を設けるようにしても良い。

【0032】勿論、2つのロボット部材の両者に着脱自

在に位置決めピンを、それぞれ装着可能に形成し、基準位置設定方法の遂行時には両部材に位置決めピンを装着し、それらが当接、係合したとき、幾何学的基準位置が設定されるように構成することもできる。

【0033】

【発明の効果】以上の説明から明らかなように、本発明によれば、ロボット機体の各関節軸の基準位置設定方法の遂行に当たり、夫々の関節軸に関して相対変位する2つのロボット可動部材に分離、配置した幾何学的基準位置を設定する突起とピン状等の位置決め部材または突起と突起、位置決めピンと位置決めピン等から構成される基準位置設定手段を用い、しかも、ロボット制御装置から、基準位置設定操作の遂行時に予め、ソフトフロート機能指令を入力させるので、ロボット生産現場からの出荷時の初期基準位置設定やロボット使用現場で、関節駆動源の駆動サーボモータや減速機に異常や故障が発生して交換を行う場合にも、従来のように、ダイヤルゲージ等の補助工具を使用することなく、簡単に、何ずれの動作軸に関して簡単に基準位置設定を遂行することが可能となり、かつ、基準位置設定操作過程で基準位置決め部材が当接したとき、更にサーボモータの出力によって動作軸に過大な負荷が掛かる等の危険も解消され、各動作軸における損傷発生が確実に防止されるので、安全な基準位置設定方法を確率することが可能となる効果を奏するのである。

【0034】しかも、従来の位置合わせマークを用いて、目視で幾何学的基準位置を設定する場合に比較して、2つの機械部品の当接により幾何学的基準位置の設定を行う構成としたので、目視による誤差要因を排除でき、高精度の一軸マスタリングの遂行が可能となる。更に、本発明によれば、ロボット使用現場が狭小な空間の場合でも、ロボット機体に備えられた幾何学的基準位置設定手段を用いて各動作軸に関するマスタリングを遂行することができるため、空間的な制約を何ら受けることなく、どのような場所でも簡単に基準位置設定を実行し、ロボット機能の回復を図り得ると言う極めて有効な効果を得ることができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明に係る基準位置の設定方法の実施に用いられる基準位置の設定手段を多関節型産業用ロボットのロボット機体における1つの関節に回りに相対的に回動変位する2つの可動ロボット要素、特に、ここでは、ロボット上腕とロボット前腕との2要素に夫々、装着した状態を示す部分拡大側面図である。

【図2】従来の産業用ロボットの基準位置設定方法の一例と多関節型産業用ロボットの機体の構成を示した正面図である。

【図3】従来の産業用ロボットの基準位置設定方法の他の一例として位置合わせマークを用いた従来例を示す略示図である。

【符号の説明】

12…ロボット上腕  
14…ロボット前腕  
18…格納部

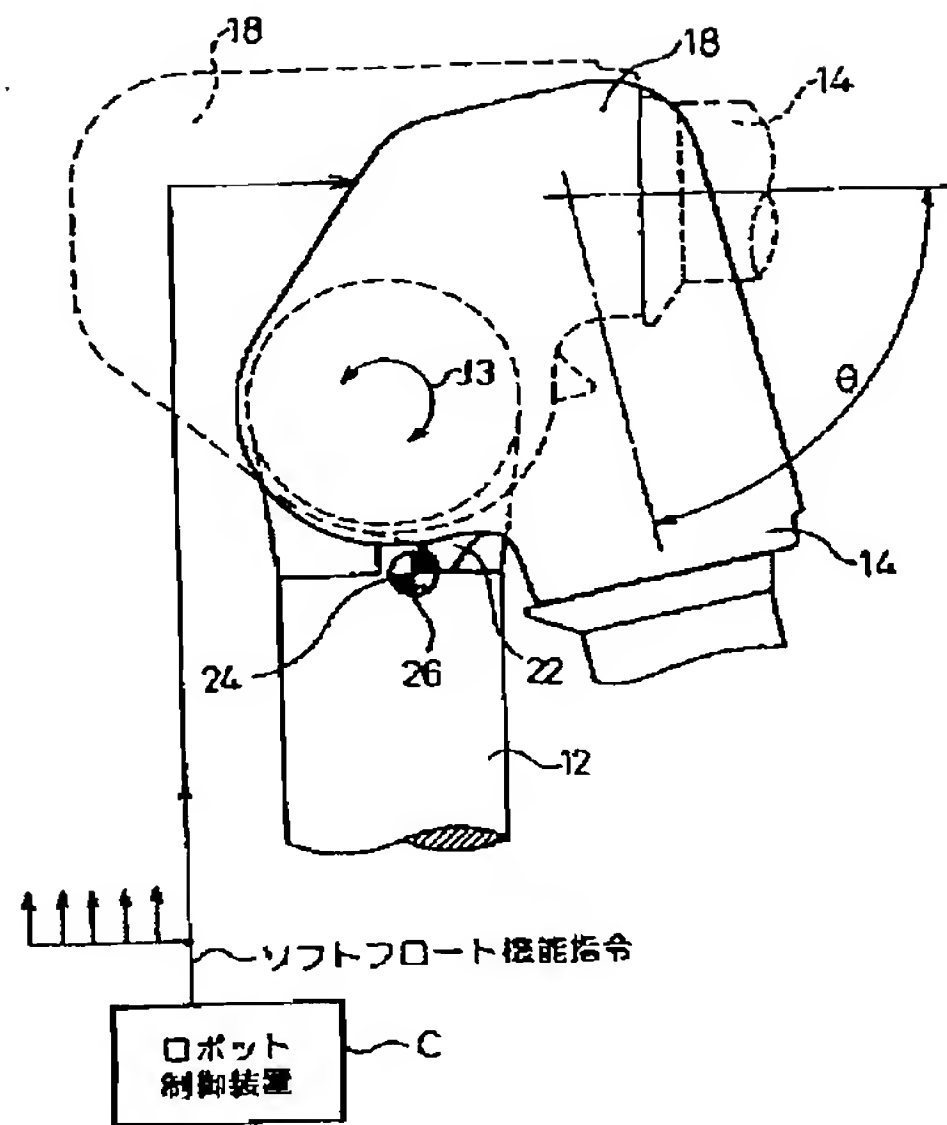
22…突起

24…位置決めピン

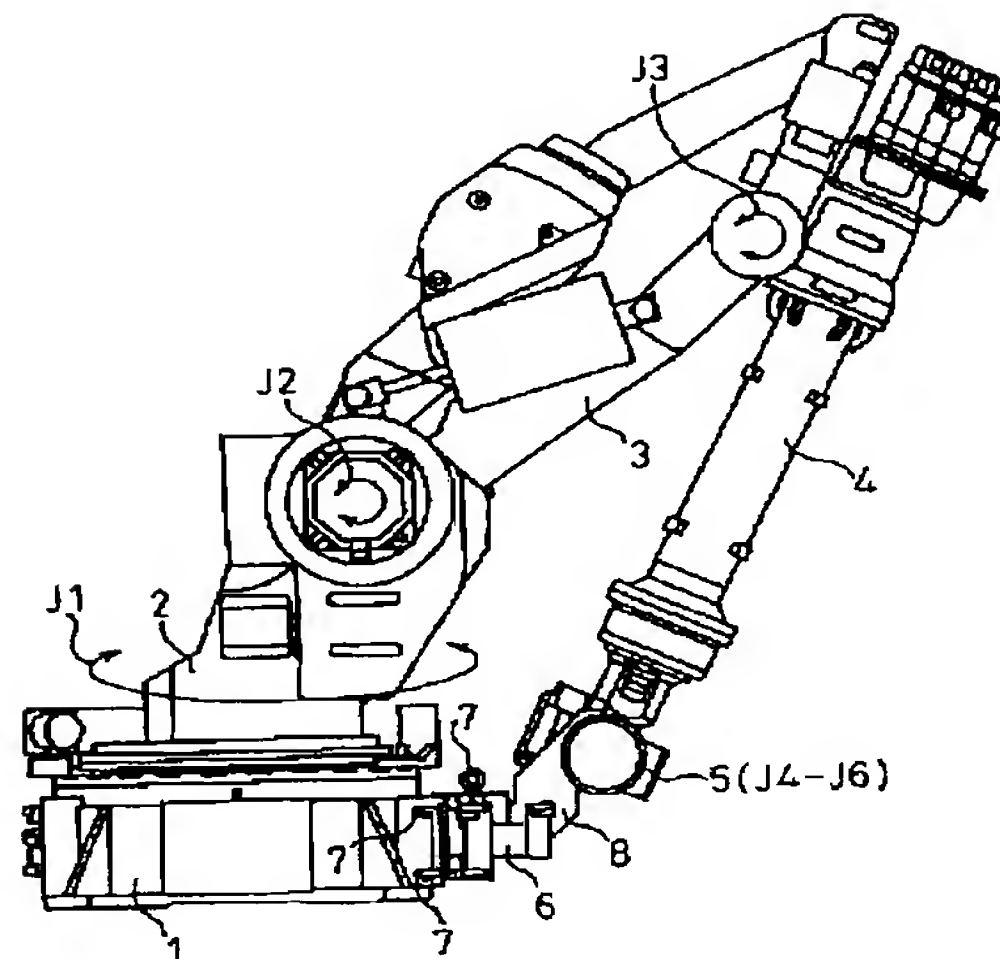
26…ピン装入孔26が形成されている。

C…ロボット制御装置

【図1】



【図2】



【図3】

